

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		核共鳴散乱を用いた多結晶シリコン太陽電池のカバーガラスの透過率改善と化学強化			
研究テーマ (欧文) AZ		Transmissivity improvement and chemical strengthening of cover glass for polycrystalline silicon solar batteries on the basis of nuclear resonant scattering studies			
研究氏 代 表 名 者	カタカナ CC	オカダ	キョウコ	研究期間 B	2014 ~ 2016 年
	漢字 CB	岡田	京子	報告年度 YR	2016 年
	ローマ字 CZ	Okada	Kyoko	研究機関名	JASRI
研究代表者 CD 所属機関・職名		研究員			
<p>環境分野への応用も目指す本研究の長期目標は、多結晶シリコン太陽電池カバーガラス(ソーダを含むガラス中のNaの一部をKに置換した化学強化ガラス)の、i) 全波長での透過率100%の実現による発電効率の改善と、ii) 長期安定性を確保する為の化学強化の機能発現メカニズムの解明と制御である。今回は、<u>i)の透過率改善の鍵を握る、ガラス中に不可避で存在する微量鉄の</u></p> <p>a) 短距離局所構造を元素選択的にサブナノメートルレベルで解明する新手法樹立(学術論文投稿済)と、<u>ii)の化学強化ガラスの本質解明に繋げる</u></p> <p>b) ガラス中に存在する各元素の軟X線測定による化学状態変化の解明の基礎構築と、 c) 比較対照用ガラスと化学強化ガラスの作製法の基盤樹立、を行った。</p> <p>a) : 放射光施設 SPring-8 を用いる事で、複数元素混在の化合物中でも元素選択的に 10ppm の極低濃度迄もの、高精度の複数手法による融合測定が可能となった(学術論文投稿済)。 ①核共鳴散乱法では、ガラス中の微量鉄 ^{57}Fe のエネルギー準位とフォノン(室温と He 冷却)から、特定の 1 元素の 1 原子に注目した場合の、近傍数原子程度に渡る元素間相互関係の解明を実現した。 ②硬 X 線を用いた XAFS 法では、ガラス中の微量鉄の化学状態から隣接原子局所構造を解明した。 ①と②の知見を併せることにより、より高精度で高信頼性のある 3 次元局所構造を明らかにできた。</p> <p>b) : SPring-8 の軟 X 線を用い、ガラスを構成する各元素[Si, O, Na, K, Fe, Mg, Ca, Al, S, P 等]の化学状態および化学状態変化から、ガラス生成メカニズムを解明した。</p> <p>c) : 比較対照用の成分・添加元素濃度が既知のガラス作製の赤外線加熱炉の整備、生成途中状態止めガラス作製の特殊バーナーの設計とプロトタイプ試作、~400 °Cの少量の硝酸カリウムに微小ガラスを浸潤して化学強化ガラスを作製する実験環境と、硝酸カリウム中の ^{39}K を ^{40}K に置き換える操作を行う実験場所の環境を整えた。計画の前倒しで各種条件のガラス作製ができる状況になった。</p> <p>本研究で得た新知見は、ラマン・ESR・SQUID・SEM-EDX・TEM・メスbauer・光等も併用しながら検証・解析中である。本研究の新知見と新手法と基礎基盤は学際研究にも役立ち、他元素(Sb, Eu, Sm 等)への応用も可能である。幅広く波及普及させる為に、大阪産業大学での”物質科学”の講義、市民講座[サイエンスカフェはりま No. 41 サイエンスツアーNo. 6 (2015/8/29-8/30)「巨大顕微鏡 SPring-8 って何?」のファシリテーター、サイエンスカフェはりま No. 34 サイエンスツアーNo. 4(2014/12/7-12/8)「巨大望遠鏡と巨大顕微鏡を訪ねる旅」のゲスト]、招待講演[ニューガラスフォーラム第 4 回評価技術研究会(2015/2/26)「ソーダライムガラス中の鉄に着目して」、基礎セミナー[日本セラミックス協会 2015 年年会(2015/3/18)での「放射光 X 線を用いた無機材料・セラミックス評価 - SPring-8 を利用して何が出来るか -」]等も行ったので、本研究助成による本研究の本質的な目的は、ほぼ達成できたと考える。</p> <p>今後さらに発展させる為には、当初想定していた測定法・測定装置・化学強化ガラス作製方法に改善を加える必要があるとの重要な知見を得た為、現在は、新戦略と新基準で研究を継続中である。新機能性ガラスへの展開なども含め、縦断的横断的に研究を進めて行く。</p>					
キーワード FA	ガラス	微量鉄	化学強化	化学状態変化	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	Phonons and chemical states of iron ions in soda-lime glasses determined by element-specific x-ray analyses							
	著者名 ^{GA}	K. Okada, Y. Nagashima, K. Shiraki,	雑誌名 ^{GC}	X-ray Spectrometry					
	ページ ^{GF}	Submitted	発行年 ^{GE}	2	0	1	7	巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}		発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

Transmissivity improvement in cover glass for polycrystalline silicon solar batteries is important. Commercial glass ineluctably contains very low concentrations of irons, which are derived from raw materials or industrial processes. Glass with very low concentrations (around 0.01 wt.%) is used for cover glass in solar cells. Three dimensional local structures of iron ions contribute to the absorption from the ultraviolet to near-infrared range and coloring. To reveal the local structures, we observed phonons and chemical states of iron ions in glass by using nuclear resonant inelastic scattering (NRIS) and hard x-ray absorption fine structure (hard x-ray XAFS) at SPring-8. This is because phonons and chemical states reflect local structures of iron ions in sub-nanometer scales. We showed that NRIS and hard x-ray XAFS can clarify short-range local structures in sub-nanometer scale of Fe²⁺ and Fe³⁺ with iron oxide concentrations as low as 0.015 wt.% highly accurately, sensitively, and quantitatively.

The mechanism of chemical strengthening of cover glass for polycrystalline silicon solar batteries is also important. We carried out soft-x-ray measurements to reveal the chemical status of Si, O, Na, K, Fe, Mg, Ca, Al, S, and P in chemical strengthening glass. I also prepared the special infrared oven, and proto-type of in-flight oxygen burner. I also tuned the chemical experimental rooms for making the small chips of chemical strengthening glass.

I succeeded to develop the new combined methods, scientific bases, and new preparing environments for new functional glass.